

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-259337

(43)Date of publication of application : 22.09.2000

(51)Int.Cl.

G06F 3/033

G01B 11/00

G06F 3/00

G06T 7/00

G06T 7/60

(21)Application number : 11-063237

(71)Applicant : ATR MEDIA INTEGRATION &
COMMUNICATIONS RES LAB

(22)Date of filing : 10.03.1999

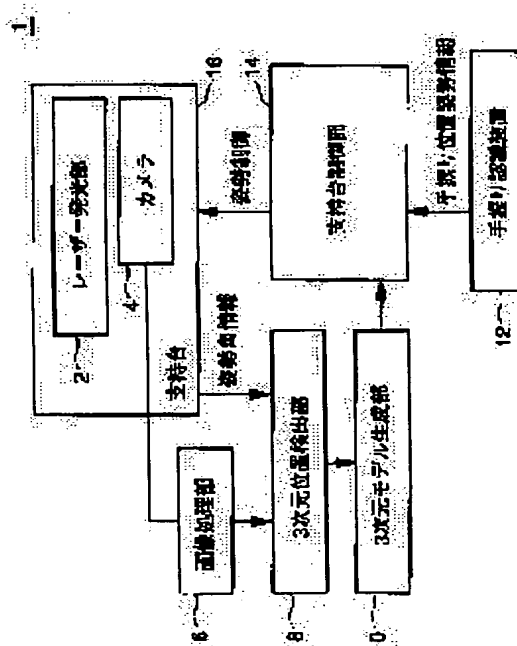
(72)Inventor : UCHIUMI AKIRA

(54) POINTING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a pointing device which can execute an instruction operation while an instruction position is recognized by giving sight feedback.

SOLUTION: A hand gesture recognition device 12 recognizes the hand gesture of a user and outputs hand gesture position posture information. A three-dimensional position detection part 8 detects the three-dimensional position of spot light projected by a laser beam emitting part 2. A three-dimensional model generation part 10 generates the three-dimensional model of a scene containing projected spot light on the basis of the three-dimensional position. A support stand control part 14 detects the position of an instruction object on the basis of the three-dimensional model and hand gesture position posture information and controls the posture of a support stand 16 containing the laser beam emitting part 2.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.03.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 09.04.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-259337

(P2000-259337A)

(43) 公開日 平成12年9月22日 (2000.9.22)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
G 0 6 F 3/033	3 1 0	G 0 6 F 3/033	3 1 0 Y 2 F 0 6 5
G 0 1 B 11/00		G 0 1 B 11/00	A 5 B 0 5 7
G 0 6 F 3/00	6 3 0	G 0 6 F 3/00	6 3 0 5 B 0 8 7
	6 8 0		6 8 0 C 5 E 5 0 1
G 0 6 T 7/00		15/62	4 1 5 5 L 0 9 6
審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 8 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平11-63237

(22) 出願日 平成11年3月10日 (1999.3.10)

(71) 出願人 595147700

株式会社エイ・ティ・アール知能映像通信
研究所

京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2

(72) 発明者 内海 章

京都府相楽郡精華町大字乾谷小字三平谷5
番地 株式会社エイ・ティ・アール知能映
像通信研究所内

(74) 代理人 100064746

弁理士 深見 久郎 (外2名)

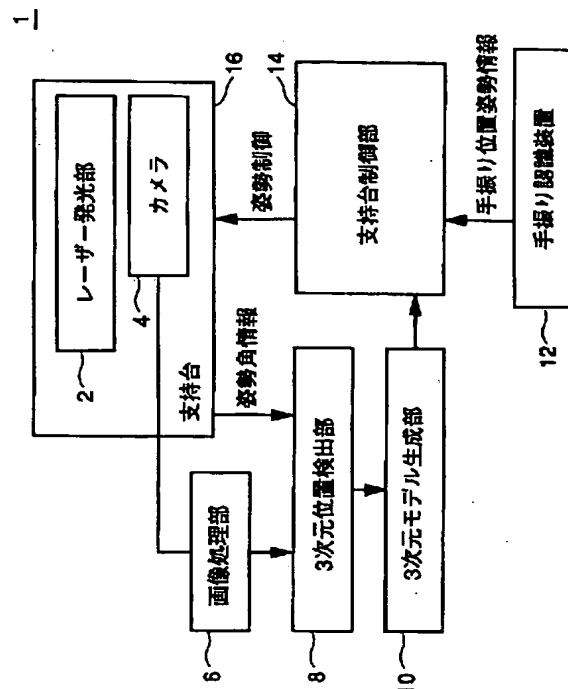
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ポインティング装置

(57) 【要約】

【課題】 視覚フィードバックを与えることにより指示位置を確認しながら指示動作を行なうことができるポインティング装置を提供する。

【解決手段】 手振り認識装置12は、ユーザの手振りを認識し、手振り位置姿勢情報を出力する。3次元位置検出部8は、レーザ発光部2により投影されたスポット光の3次元位置を検出する。3次元モデル生成部10は、当該3次元位置に基づき投影したスポット光を含むシーンの3次元モデルを生成する。支持台制御部14は、当該3次元モデルと手振り位置姿勢情報とに基づき指示対象の位置を検出し、レーザ発光部2を含む支持台16の姿勢を制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ユーザの指示した位置にポインタを投影するポインティング装置であって、シーンに前記ポインタを投影するポインタ投影手段と、前記シーンを撮影して、前記ポインタの位置を観測する観測手段と、前記ポインタの位置に基づき、前記シーンの 3 次元モデルを生成する 3 次元モデル生成手段と、前記ユーザの指示する手の方向を検出する手振り認識手段と、検出された前記ユーザの手の方向と前記 3 次元モデルとに基づき、前記ユーザの指示する位置を算出し、前記ポインタ投影手段の姿勢を制御する制御手段とを備える、ポインティング装置。

【請求項 2】 前記ポインタ投影手段は、レーザ光を出力するレーザ発光手段を含み、前記レーザ光により、前記シーンに前記ポインタであるスポット光が投影される、請求項 1 記載のポインティング装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】この発明は、ポインティング装置に関し、さらに詳しくは、非接触型インタフェースの分野におけるポインティング装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、画像処理の分野では、人間の手や全身の 3 次元動作を非接触で検出するための研究が進められている。このような非接触型の動作検出装置は、コマンドインタフェース等への広い応用が可能である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の非接触型のインタフェースでは、検出誤差やユーザの動作の誤りや変動のためにユーザの意図と検出される動きとの間にずれが生じるという問題があった。また、このずれを補償する機構が存在しなかった。ポインティングのように定量的なジェスチャーの場合には、特にこのずれが問題となってしまう。

【0004】そこで、本発明はかかる問題を解決するためになされたものであり、その目的はユーザが自己の指示位置を確認しながら指示動作を行なうことができるポインティング装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】請求項 1 に係るポインティング装置は、ユーザの指示した位置にポインタを投影するポインティング装置であって、シーンにポインタを投影するポインタ投影手段と、シーンを撮影して、ポインタの位置を観測する観測手段と、ポインタの位置に基づき、シーンの 3 次元モデルを生成する 3 次元モデル生成手段と、ユーザの指示する手の方向を検出する手振り認識手段と、検出されたユーザの手の方向と 3 次元モデル

とに基づき、ユーザの指示する位置を算出し、ポインタ投影手段の姿勢を制御する制御手段とを備える。

【0006】請求項 2 に係るポインティング装置は、請求項 1 に係るポインティング装置であって、ポインタ投影手段は、レーザ光を出力するレーザ発光手段を含み、レーザ光により、シーンにポインタであるスポット光が投影される。

【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態におけるポインティング装置 1 について、図 1 を用いて説明する。なお、以下の説明において、図中同一符号は同一または相当部分を示す。図 1 は、本発明の実施の形態におけるポインティング装置 1 の実使用状況を説明するための概念図である。図 1 を参照して、ユーザ 20 は、シーン 22 に対し指示動作（ポインティング）を行なう。ポインティング装置 1 は、手の動きを認識し、予め生成した 3 次元モデルを用いて指示対象の位置を算出する。そして、当該指示対象の位置にポインタであるスポット光 24 を投影する。同時に、ポインティング装置 1 は、スポット光 24 の位置を検出して 3 次元モデルを更新する。ユーザ 20 は、視覚によるフィードバックにより正確な指示動作を行なうことが可能となる。

【0008】ポインティング装置 1 の全体構成を、図 2 を用いて説明する。図 2 は、本発明の実施の形態におけるポインティング装置 1 の全体構成を示すブロック図である。図 2 を参照して、ポインティング装置 1 は、レーザ発光部 2、カメラ 4、画像処理部 6、3 次元位置検出部 8、3 次元モデル生成部 10、手振り認識装置 12 および支持台制御部 14 を備える。レーザ発光部 2 およびカメラ 4 は、支持台 16 に固定されている。支持台 16 の姿勢は、支持台制御部 14 により制御される。

【0009】レーザ発光部 2 は、レーザ光を出力する。これにより、シーン 22 上にスポット光 24 が投影される。カメラ 4 は、シーン 22 のスポット光 24 を含む部分を観測する。画像処理部 6 は、カメラ 4 で観測した画像の中から、スポット光 24 を検出する。より具体的には、画像処理部 6 は、輝度および色情報に基づく領域分割と重心検出とから画像中におけるスポット光 24 を検出する。

【0010】3 次元位置検出部 8 は、ポインタの位置を観測する（すなわち、スポット光 24 の 3 次元位置を検出する）。3 次元モデル生成部 10 は、シーン 22 の 3 次元モデルを生成する。手振り認識装置 12 は、ユーザ 20 の手振り位置姿勢情報を検出する。支持台制御部 14 は、この手振り姿勢位置情報と 3 次元モデル生成部 10 で生成されるシーン 22 の 3 次元モデルとに基づき、指示対象の 3 次元位置（ x 、 y 、 z ）を算出し、指示対象の 3 次元位置（ x 、 y 、 z ）に基づきパン角 θ およびチルト角 ϕ を算出する。パン角 θ およびチルト角 ϕ により、支持台 16 は姿勢を変化させる。

【0011】ここで、ポインティング装置1の座標系について図3を用いて説明する。図3は、ポインティング装置1の座標系を説明するための図である。図3に示すx軸、y軸、z軸からなる座標系の原点に、支持台16の回転中心がある。回転中心とレーザ光の光軸とがx-z面上で距離dだけ離れているものとする。y軸を中心とする回転角をパン角 θ と称する。y軸を中心とした回転後、x軸はx'軸に移動する。x'軸における時計方向の回転をチルト角 ϕ と称する。

【0012】図4は、x-z平面におけるパン角 θ を表わした図である。図4において、座標(x, y)は、指示対象の位置を示している。図5は、y-z'平面におけるチルト角 ϕ を表わした図である。図5において、座標(z, y)は、指示対象の位置を、z''軸は、パン回転およびチルト回転をした後のz軸を表わしている。

【0013】図4および図5を参照して、パン角 θ は、式(1)および式(2)で決定される。これにより、指示対象の位置(x, y, z)とパン角 θ との間には、式(3)の関係が成立する。また、指示対象の位置(x, y, z)とチルト角 ϕ との間には、式(4)の関係が成立する。支持台制御部14は、指示対象の位置(x, y, z)に基づき、式(3)および式(4)に従い、パン角 θ 、チルト角 ϕ が決定される。

【0014】

【数1】

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = d \quad (1)$$

$$\cos \theta = \frac{dx + z\sqrt{x^2 + z^2 - d^2}}{x^2 + z^2} \quad (2)$$

$$\theta = \cos^{-1} \frac{dx + z\sqrt{x^2 + z^2 - d^2}}{x^2 + z^2} \quad (3)$$

$$\phi = \cos^{-1} \frac{z}{\sqrt{y^2 + z^2}} \quad (4)$$

【0015】ここで、指示対象の3次元位置(x, y, z)を決定する。画像処理部6、3次元位置検出部8、3次元モデル生成部10および手振り認識装置12のそれぞれにおける処理内容を詳しく説明する。

【0016】まず、3次元位置検出部8の詳細について説明する。3次元位置検出部8は、ポインティング装置1とスポット光24との距離Lを三角測量で決定し、さらにスポット光の3次元位置(x_s, y_s, z_s)を決定する。図6は、3次元位置検出部8の処理を説明するための図である。図6に示すように、カメラ4の光軸が、z''軸(パン回転およびチルト回転をした後のz軸に相当する)上の正の方向にあるものと仮定する。レーザ光は、z''軸に平行であると仮定する。

【0017】カメラ2の焦点は、x'-z''平面において(0, -1)に位置する。ここで記号1は、カメラの

焦点距離を表わす。この場合、レーザ光は、位置(-d, L)を照らす。スポット光は、(-w, 0)において観測される。ここで、記号wは、画像上に観測されるスポット光24の原点からの距離を表わす。この場合、ポインティング装置1とスポット光24との距離Lは、式(5)の関係にあるため、式(6)により距離Lが定められる。

$$\text{【0018】 } 1 : w = L : d \quad \cdots (5)$$

$$L = 1d/w \quad \cdots (6)$$

ここで、回転がない場合(チルト角 $\theta=0$ 、パン角 $\phi=0$)、スポット光の位置(x_s, y_s, z_s)は、式(7)の関係にある。

【0019】

$$(x_s, y_s, z_s) = (d, 0, L) \quad \cdots (7)$$

式(7)に、チルト角 θ およびパン角 ϕ を加えると、式(8)の関係が成立する。

【0020】

【数2】

$$\begin{bmatrix} x_s \\ y_s \\ z_s \end{bmatrix} = R_\phi R_\theta \begin{bmatrix} d \\ 0 \\ L \end{bmatrix} \quad (8)$$

【0021】ここで、R ϕ 、R θ は、それぞれx軸、y軸回りのパン角 θ 、チルト角 ϕ の回転を表わす。

【0022】距離Lが、(L+ ΔL)に、スポット光の観測点(w, 0)が、(-w+ Δw)になった場合、式(9)の関係から、式(10)の関係が成立する。ここで、 Δw は、ピクセルの幅を表わしている。

【0023】

$$1 : w - \Delta w = L + \Delta L : d \quad \cdots (9)$$

$$\Delta L / \Delta w = L / w = L^2 / (1d) \quad \cdots (10)$$

式(10)において、 $\Delta L / \Delta w$ は、1ピクセルあたりの距離の差を表わしている。この場合、焦点距離1の長いカメラ4を使用することにより、距離検出の精度を高くすることができる。

【0024】次に、3次元モデル生成部10について説明する。3次元モデル生成部10では、シーン22を走査することにより、シーン22の3次元モデルを生成する。3次元の位置情報(3次元点列)から3次元モデルを生成する方法については、多くの提案がある。本発明の実施の形態では、3次元位置検出部8の出力結果に基づき、シーン22を3角形の集合で表現する。図7は、3次元モデルの生成の過程を説明するための図である。図7を参照して、パッチの各頂点p0は、観測点p1に対応している。本装置は、初期動作において点p1を、パン角 θ 、チルト角 ϕ の制御により移動させ(図中矢印方向)、一定間隔毎に頂点p0の位置を決定することにより初期モデルを生成する。たとえば、図8は、3次元モデルの生成過程の一例を説明するため図であり、シーンの一例を示している。図8に示すシーンは、壁面W1

および壁面W2を含み、壁面W1が、壁面W2より奥行きを持って配置されている。図9は、図8に対する3次元モデルを示している。図8に示すシーンは、図9に示すように、奥行き、高さ、幅を持った3次元空間上における3角形の集合として表現される。

【0025】次に、手振り認識装置12について説明する。ユーザの手振りを認識し、ユーザの手振り位置姿勢情報を出力する手振り認識装置12については、「手振り認識装置（特開平10-063864号公報）」に詳細な内容が記載されている。ここでは、当該手振り認識装置12の概要を説明する。図10は、手振り認識装置12の概要を説明するための図である。図10を参照して、手振り認識装置12では、カメラ30、1〜30、kを用いて、手を違い異なる角度で撮影する。特徴検出部40、1〜40、kは、撮影された画像に基づき、手の画像上において、手の重心候補（極大点）から輪郭までの最短距離を示すスケルトン値を算出する。3次元重心点・方向検出部42では、手の3次元上の重心 O_h を決定（重心スケルトン値 $s_1 \sim s_k$ を決定）するとともに、カメラで得られた手の方向をステレオマッチングすることにより3次元上の手の方向 X_h を決定する。回転角検出部44では、重心スケルトン値に基づき、手の主軸（ X_h ）まわりの回転角 r を決定する。カメラ選択部46は、得られた重心位置、手の方向および回転角 r を持つ面（手平面）に対して最も垂直に近い光軸を持つカメラを選択する。指先点検出部48は、選択されたカメラから得られた画像をラベリング処理することにより指先候補点を抽出して手平面に投影する。手モデル復元部50は、回転角および指先点に基づいて手のひらモデルを復元する。当該手振り認識装置12を用いることにより、図11に示すようにユーザ20の手21における重心位置 $O_h = (x_h, y_h, z_h)$ および手の姿勢 $X_h = (a_h, e_h, r_h)$ が決定される。

【0026】次に、支持台制御部14について説明する。支持台制御部14においては、手振り認識装置12より与えられる手の重心位置 $O_h = (x_h, y_h, z_h)$ および手の姿勢 $X_h = (a_h, e_h, r_h)$ から決定される手の指示方向と、3次元モデル生成部10において生成したシーン22の3次元モデルとの交点（ x, y, z ）を求める。当該交点は、指示対象の3次元位置（ x, y, z ）を表わしている。この指示対象の3次元位置（ x, y, z ）を、式（3）および式（4）に代入することにより、パン角 ϕ およびチルト角 θ の値が算出される。このようにして算出されたパン角 θ およびチルト角 ϕ により、支持台16の角度が回転する。これにより、支持台の姿勢が更新される。更新された姿勢に基づきスポット光を投影することで、ユーザへの視覚フィードバックが与えられると同時に3次元モデルが更新される。

【0027】この発明の有効性を明らかにするため、次

のようなシミュレーション実験を行なった。実験環境としては、壁面から約2メートル離れた位置に立った被験者（ユーザ）に対して、ポインティング装置1を用いてスポット光で指示位置を指示した場合（視覚フィードバックあり）と視覚フィードバックなしの場合との2条件のもとで、壁面上の同一点を10回にわたり繰返し指示させ、指示精度を測定した。指示回数は各10回であり、システムの動作速度は約10Hzである。

【0028】図12に、実験結果を示す。被験者は、2人（被験者1、被験者2）である。縦軸は指示位置の標準誤差を示している。横軸は、被験者の指示方向を示している。図中、白抜きの棒グラフAは本発明の実施の形態におけるポインティング装置1を使用した場合であり、斜線入りの棒グラフBは視覚フィードバックがない場合にそれぞれ対応している。ポインティング装置1を用いたほうが、両被験者ともに水平垂直いずれの方向についても指示位置の誤差が小さく、当該装置を用いなかった場合と有意な差が見られる。これらの結果は、視覚フィードバック（本発明の実施の形態におけるポインティング装置）の有効性を示すものと言える。

【0029】今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0030】

【発明の効果】以上のように、本発明に係るポインティング装置によれば、投影されたスポット光の位置検出（および3次元モデルの獲得）と、ユーザの指示した位置の提示（スポット光の投影）すなわち視覚フィードバックとを同時に行なうことができるため、ユーザは、自己の指示方向がポインティング装置にどう認識されているかを理解しながら（自分の指示位置を確認しながら）指示動作を行なうことができる。

【0031】これにより、ユーザの指示位置と実際の投影位置とのずれを小さくすることが可能となる。この結果、非接触型手振りインタフェースとして、プレゼンテーション、ロボットへの教示等様々なインタフェースに応用が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態におけるポインティング装置1の実使用状況を説明するための図である。

【図2】本発明の実施の形態におけるポインティング装置1の全体構成を示すブロック図である。

【図3】ポインティング装置1の座標系を説明するための図である。

【図4】 $x-z$ 平面におけるパン角 θ を表わした図である。

【図5】 $y-z'$ 平面におけるチルト角 ϕ を表わした図

である。

【図6】3次元位置検出部8の処理を説明するための図である。

【図7】3次元モデルの生成過程を説明するための図である。

【図8】3次元モデルの生成過程の一例を説明するための図である。

【図9】図8に対して得られる3次元モデルを説明するための図である。

【図10】手振り認識装置12の概要を説明するための図である。

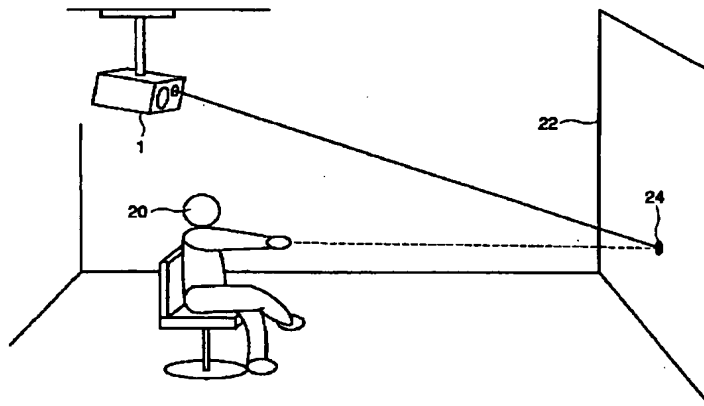
【図11】手振り認識装置12により得られる手振り位置姿勢情報について説明するための図である。

【図12】ポインティング装置1についての実験結果を説明するための図である。

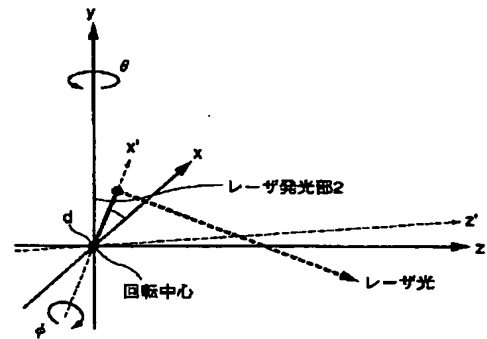
【符号の説明】

- 1 ポインティング装置
- 2 レーザ発光部
- 4、30、1～30、k カメラ
- 6 画像処理部
- 8 3次元位置検出部
- 10 3次元モデル生成部
- 12 手振り認識装置
- 14 支持台制御部
- 16 支持台
- 40、1～40、k 特徴検出部
- 42 3次元重心点・方向検出部
- 44 回転角検出部
- 46 カメラ選択部
- 48 指先検出部
- 50 手モデル復元部

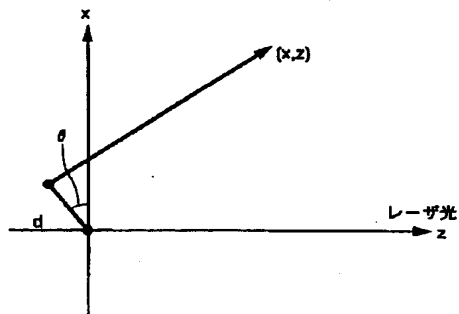
【図1】



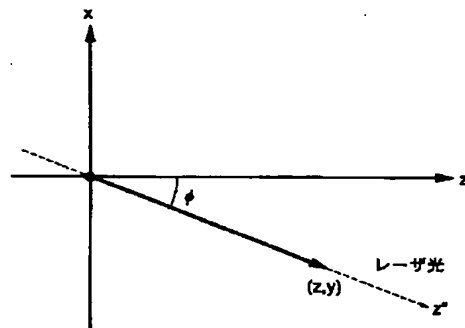
【図3】



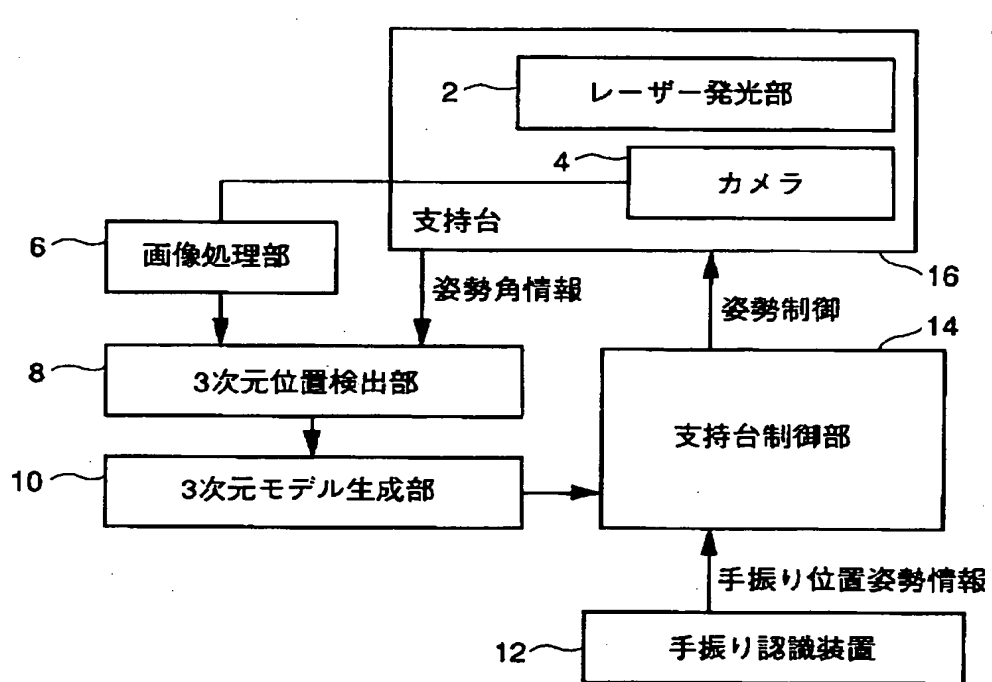
【図4】



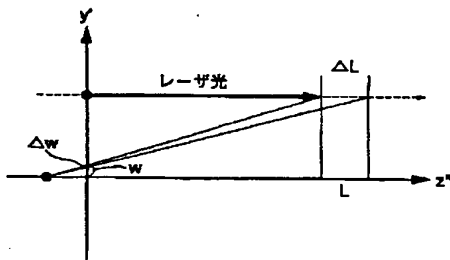
【図5】



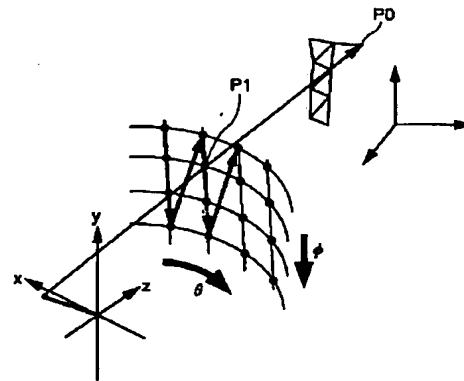
【図2】



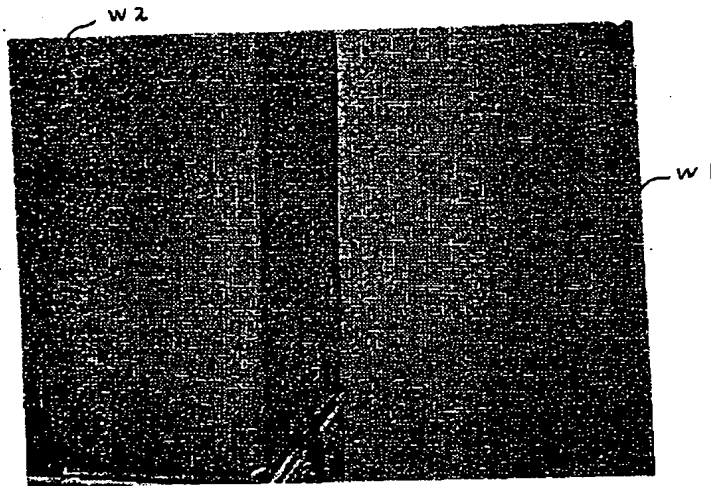
【図6】



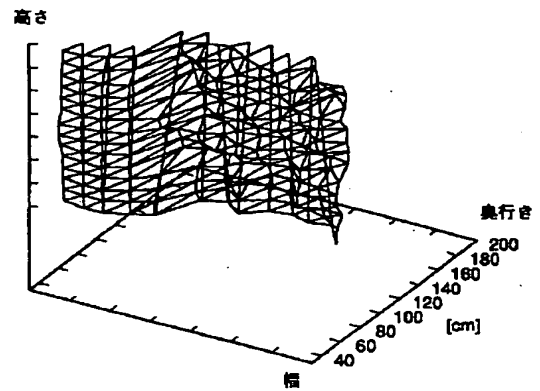
【図7】



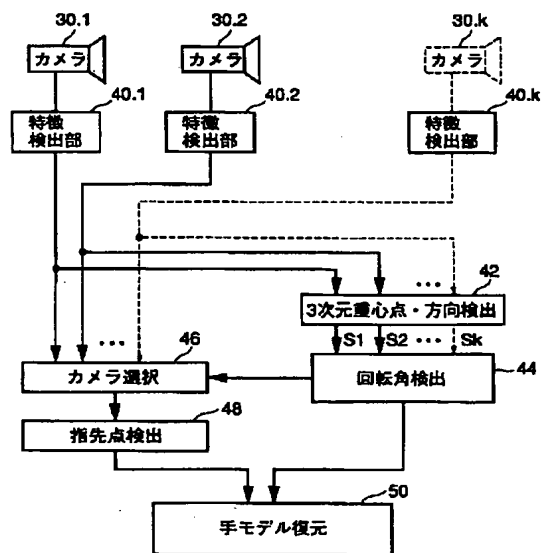
【図8】



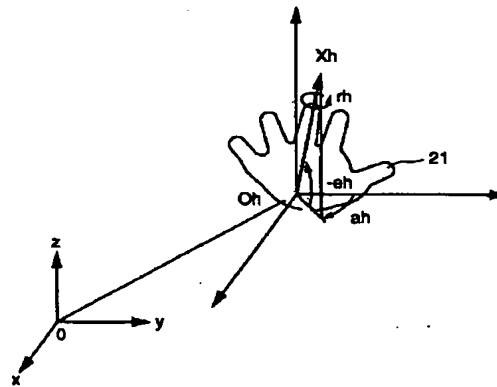
【図9】



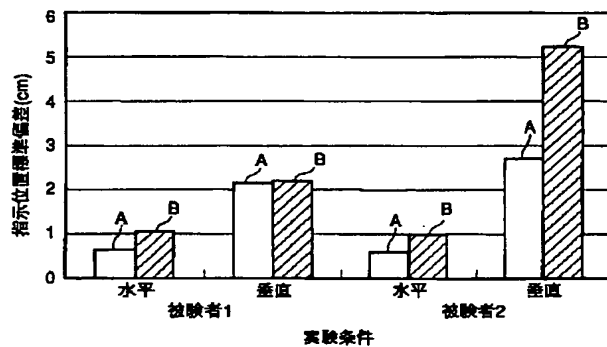
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

キーワード(参考)

G 0 6 T 7/60

G 0 6 F 15/70

3 5 0 H 9 A 0 0 1

Fターム(参考) 2F065 AA02 AA04 AA17 AA31 BB05
BB15 CC16 DD03 FF04 GG04
HH04 JJ03 JJ16 JJ26 MM04
PP13 QQ31
5B057 BA15 DA07 DB03 DC02 DC08
5B087 AA02 AA07 AB14 CC09 CC12
CC24 CC26 CC33 DD06 DE07
5E501 AC37 AC50 BA05 CA02 CB07
CB14 CC11 EB05 FA02 FA14
FA36 FB43
5L096 AA09 CA05 FA14 FA66 FA67
FA69
9A001 DD11 GG01 GG03 HH21 KK37